

коэффициента экономической эффективности капиталовложений при расчёте приведённых затрат принималось в размере  $0,12 \text{ год}^{-1}$ .

Результаты расчёта экономических показателей представлены в таблице. Как видно из таблицы, второй вариант по капитальным и приведённым затратам наиболее экономичен, себестоимость выработанной энергии в 2,4 раза ниже стоимости теплоты от централизованного теплоснабжения.

Т а б л и ц а

Экономические показатели сравниваемых вариантов

№ п/п	Показатели	Варианты		
		1	2	3
1	Капитальные затраты, тыс. руб.	11900	5640	8196
2	Приведённые затраты, тыс. руб./год	6554	2511	3703
3	Себестоимость тепловой энергии, руб./ГДж	287	121	137

Ориентировочный срок окупаемости дополнительных затрат на сооружение гелиосистемы составил 19 лет (стоимость тепловой энергии принималась в расчётах 121 руб./ГДж). Срок окупаемости определялся как отношение разности капитальных затрат между сравниваемыми вариантами к годовому экономическому эффекту. И хотя этот показатель не учитывает многих факторов, для инвестора именно он представляет интерес.

Если же принять среднемировую стоимость теплоты 597 руб./ГДж, то срок окупаемости составит 3,83 года. Основная стоимость гелиоустановки приходится на солнечные коллекторы и составляет 250 долларов за один м<sup>2</sup> поверхности коллектора. Снижение этой величины сделает более привлекательным применение гелиосистем для теплоснабжения зданий.

Полученные результаты показывают, что применение комбинированных систем позволяет решать задачи теплоснабжения реконструируемых объектов оптимальным образом.

#### Библиографический список

1. ВСН 52-86. Установки солнечного горячего водоснабжения. Нормы проектирования / Госгражданстрой СССР. - Москва, 1987. - 16 с.
2. Матвеев А.В., Щеклеин С.Е., Пахалуев В.М. Оценка энергетической производительности солнечного коллектора с естественной циркуляцией теплоносителя.- Электронный научный журнал «Исследовано в России» <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2007/117.pdf>. - 8 с.

## ОБЕЗВОЖИВАНИЕ ОСАДКОВ СТАНЦИИ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ УЧАЛИНСКОГО ГОК'А

В.И. АКСЕНОВ, И. И. НИЧКОВА, студ. Е.А. БОНДАРЕНКО, Т.А. ВАЛЕНЦЕВА

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина»

На станцию нейтрализации Учалинского ГОК'а подается смесь шахтных и подотвальных вод, имеющая кислую реакцию среды. В ее состав входят сульфаты (около 4 г/дм<sup>3</sup>), ионы тяжелых металлов (медь – около 40 мг/дм<sup>3</sup>, железо – около 38 мг/дм<sup>3</sup>, цинк – около 90 мг/дм<sup>3</sup> и др.) и взвешенные вещества (около 4 г/дм<sup>3</sup>). Состав сточной воды переменный и зависит от климатических условий, прежде всего, от количества атмосферных осадков [1].

Сточные воды на станции нейтрализуют известковым молоком до pH ≈ 10, добавляют флокулянт (в настоящее время в качестве флокулянта используется FLOPAM AN905 SH) дозой 10 мг/дм<sup>3</sup> и подвергают отстаиванию в вертикальных отстойниках. Получаемый осадок и был предметом нашего исследования. Взвешенные вещества в осадке представлены сульфатом кальция, гидроксидами металлов и исходной (песковой) взвесью. Отметим, что влажность разных партий натурального осадка станции нейтрализации менялась у нас в среднем от 96 до 98 %, что значительно отличается от принятых на комбинате (94 %) и предложенных к расчетам значений.

Первоначально была предпринята попытка сгущения полученного осадка с целью увеличения производительности обезвоживающего оборудования. Было получено, что сгу-

шение осадка со средней влажностью 96 % проходит неудовлетворительно, даже несмотря на дополнительные добавки флокулянта. Сгущение же осадка со средней влажностью 98 % до конечной влажности 96 % протекает удовлетворительно за 1,5 часа. Учитывая вышесказанное, при проектировании необходимо предусмотреть усреднение и последующее сгущение исходного осадка.

Далее необходимо было остановиться на выборе фильтровальных тканей для вакуум-фильтров и фильтр-прессов, что определяется двумя факторами:

Технологическими показателями – водопроницаемость, механическая и химическая стойкость, адгезия обезвоженного осадка к поверхности фильтроткани и др.

Тем, как быстро фильтровальная ткань начинает удовлетворительно задерживать мелкодисперсную взвесь после начала фильтрования. Иными словами, какова будет первая порция грязного фильтрата, которую нужно собирать и посылать в голову процесса.

Для определения фильтровальных характеристик исследуемого осадка горнообогатительного комбината Учалы использовались известные методики проведения лабораторных испытаний на моделях вакуум-фильтра и фильтр-пресса [2].

Обезвоживание под вакуумом проводилось на наливной модели вакуум-фильтра.

Эксперимент проводят в двух вариантах:

1. Для определения кинетики процесса обезвоживания под вакуумом: время фильтроцикла не ограничивают (5-10 мин и более), полностью дофильтровывая взятый аликвот осадка для получения осадка толщиной 5 мм и более.

2. Для определения фильтровальных характеристик с учетом использования непрерывно действующего промышленного вакуум-фильтра. В этом случае общее время фильтроцикла не может быть более 4,5 мин (что соответствует наименьшей скорости движения барабана фильтроленты), из них время фильтрования – 4 мин. Исходный осадок (среднее значение) имеет влажность 96,2 %.

На модели вакуум-фильтра были опробованы следующие предварительно выбранные фильтровальные ткани: БФ (2030), ТЛФ-5, ТФХЛ, ТТФ-11, арт. 56202, арт. 56306, арт. 86036, арт. 86031, арт. 56253, финская Tamfelt, польская Barimetex В. Для дальнейшей работы были отобраны следующие фильтроткани: ТЛФ-5, арт. 56253, арт. 86031, финская Tamfelt, БФ – х/б бельтинг. Результаты фильтрования на этих тканях представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Характеристика первой порции фильтрата при механическом обезвоживании натурального осадка на модели вакуум-фильтра, разряжение 550 мм. рт. ст.**

Наименование фильтровальной ткани	Качество первой порции фильтрата	Время сброса загрязненной порции фильтрата, с
ТЛФ-5	Грязная	5,0
арт. 56253	Грязная	5,0
Финская	Удовлетворительная	1,0
арт. 86031	Удовлетворительная	3,0
БФ – х/б бельтинг	удовлетворительная	3,0

В табл.2 представлены результаты обезвоживания натурального осадка на модели вакуум-фильтра.

Из полученных результатов видно, что для получения обезвоженного осадка нужной толщины (не менее 5 мм) время фильтрования составляет 6,5-10,5 мин, что не может быть осуществлено на барабанном вакуум-фильтре.

При проведении исследований на модели фильтр-пресса использовалась следующая методика эксперимента. Выбранная порция осадка заливается в аппарат, в котором компрессором создается необходимое дискретное давление от 2 до 4,2 атм. Процесс фильтрования обычно ведут до конца, признаком чего является пониженное давление на манометре (иногда, в случае трещиноватого осадка, наблюдается прорыв воздуха в сливном патрубке фильтрата). По окончании процесса (как и в случае вакуум-фильтра запись опыта ведется по шкале «время – объем фильтрата») определяют качество осадка и фильтрата. При расчете удельной производительности по сухому веществу в общее время фильтроцикла необходимо дополнительно включать время, требуемое для вспомогательных операций. Так, для фильтр-прессов периодического действия это время разгрузки фильтра (часто вручную), регенерация

Таблица 2

**Результаты механического обезвоживания натурального осадка горнообогатительного комбината Учалы на модели вакуум-фильтра с выбранными фильтротканями,  $p = 550$  мм. рт. ст. (среднее значение из 5 опытов)**

Наименование фильтровальной ткани	Характеристика процесса фильтрования		Содержание взвешенных веществ в фильтрате мг/дм <sup>3</sup>	Характеристика обезвоженного осадка			Удельная производительность, кг/(м <sup>3</sup> ч)
	Время фильтрования, мин	Объем фильтрата, см <sup>3</sup>		Влажность, %	Толщина осадка на фильтроткани, мм	Отделяемость осадка от фильтроткани	
ТЛФ-5	0,5	100	315	81,3	5,5	Удовлетворительно	4,1
	1,0	140					
	2,0	160					
	3,0	180					
	5,0	220					
	8,5	260					
арт. 56253	0,5	110	164	81,4	5,2	Удовлетворительно	3,8
	1,0	160					
	2,0	190					
	3,0	220					
	7,0	260					
	10,5	300					
Финская	0,5	140	102	81,5	5,0	Хорошо	5,4
	1,0	180					
	2,0	230					
	3,0	260					
	5,0	310					
	6,0	360					
арт. 86031	0,5	110	122	77,0	5,0	Хорошо	4,4
	1,0	160					
	2,0	220					
	3,0	260					
	5,0	290					
	10,0	320					
БФ-х/б бельтинг арт. 2030	0,5	95	136	81,1	5,0	Удовлетворительно	4,2
	1,0	135					
	2,0	155					
	5,0	215					
	8,5	265					

Таблица 3

**Результаты механического обезвоживания натурального осадка горнообогатительного комбината Учалы на модели фильтр-пресса с выбранными фильтротканями (среднее значение из 5 опытов); давление 4 атм**

Наименование фильтровальной ткани	Характеристика процесса фильтрования		Содержание взвешенных веществ в фильтрате мг/дм <sup>3</sup>	Характеристика обезвоженного осадка			Удельная производительность, кг/(м <sup>3</sup> ч)
	Время фильтрования, мин	Объем фильтрата, см <sup>3</sup>		Влажность, %	Толщина осадка на фильтроткани, мм	Отделяемость осадка от фильтроткани	
ТЛФ-5	1,0	100	396	77,1	5,0	Удовлетворительно	6,6
	2,0	160					
	5,0	190					
	8,0	230					
Финская	1,0	70	74	76,5	5,2	Хорошо	7,1
	2,0	110					
	5,0	150					
	9,0	220					
	9,5	230					
БФ-х/б бельтинг арт. 2030	1,0	75	121	71,9	5,5	Хорошо	6,3
	2,0	100					
	5,0	150					
	9,0	220					
	10,0	225					

фильтротканей и др. Минимальная добавка времени в этом случае уменьшает расчетную величину удельной производительности примерно на 40 % и более. Для фильтр-прессов непрерывного действия такая добавка не нужна.

Для исследований на модели фильтр-пресса были взяты толстые фильтроткани – х/б бельтинг БФ, ТЛФ-5 и финская фильтровальная ткань. Результаты исследований сведены в табл. 3.

Следует отметить, что качество осадка и фильтрата при фильтровании на вакуум-фильтре значительно хуже, чем на фильтр-прессе.

В результате были рекомендованы фильтр-пресс марки ЧМ (Восточная Украина) и финский фильтр-пресс Larox. По экономическим соображениям остановились на фильтр-прессе ЧМ, что и было принято в проекте. Параметры его работы представлены в табл. 4.

Таблица 4

**Параметры работы фильтр-пресса (для производительности 125 м<sup>3</sup>/ч)**

Давление фильтрования	0,4 МПа
Толщина осадка	15 мм
Время фильтрования (расчетное)	80 мин
Время вспомогательных операций	30 мин
Общее время фильтроцикла	1 ч 50 мин
Объем грязного фильтрата	до 10 м <sup>3</sup> /ч

Примечание: при фильтровании осадка через ТЛФ-5 время сбора первого грязного фильтрата составило 8 секунд; в двух других случаях первый фильтрат был чистый.

#### Библиографический список

1. Вдовина И.В. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук «Снижение антропогенной нагрузки на малые реки в зоне влияния горнорудного промышленного предприятия (на примере респ. Башкортостан)»/2009.
2. Аксенов В.И., Балакирев В.Ф., Филипенко А.А. Проблемы водного хозяйства металлургических, машиностроительных, металлургических предприятий./Екатеринбург, УрО РАН, 2002. 264 с.

## ПОСТРОЕНИЕ ФУНКЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ ПЛОЩАДИ ПРОХОДНОГО СЕЧЕНИЯ ОКОН ЗОЛОТНИКОВОГО ГИДРОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ ТИПА 1Р203

*А.В. АН, А.С. НОСКОВ*

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина»

Золотниковые гидрораспределители имеют широкое распространение в системах с гидравлическим приводом и предназначены, главным образом, для изменения направления движения жидкости в гидросистемах. Статические и динамические характеристики данных гидроаппаратов во многом определяют параметры работы гидросистемы в целом. В связи с этим, в процессе выбора золотниковых гидрораспределителей, а также при выполнении расчетов динамики работы гидропривода необходимо опираться на их характеристики.

К сожалению, представленная в каталогах производителей информация в большинстве случаев недостаточна для выполнения вышеуказанных расчетов. В ряде случаев, попытки получения расширенной информации по тому или иному гидрораспределителю приводят к отрицательному результату: дилер не располагает данной информацией, информация относится к коммерческой тайне и т.п. В подобной ситуации потребителю для оценки характеристик гидроагрегата приходится самостоятельно строить интересующие его характеристики по имеющейся исходной информации.

В данной статье рассмотрен пример именно такой ситуации, когда ставится задача: по разрезу золотниковой пары необходимо построить график функции изменения площади проходного сечения окон распределителя от перемещения золотника. Получение данной зависимости является основой для построения статических и динамических характеристик гидрораспределителя расчетным способом, а также для последующего построения его математической модели.

В качестве примера для выполнения расчетов был выбран типовой золотниковый гидрораспределитель 1Р203 производства ОАО «Гидроагрегат» г. Ульяновск (рис. 1), который